

51

Int. Cl.:

H 01 h, 87/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 c, 69

10

11

# Auslegeschrift 1 788 143

21

Aktenzeichen: P 17 88 143.5-32

22

Anmeldetag: 10. April 1968

43

Offenlegungstag: —

44

Auslegetag: 21. Dezember 1972

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 19. April 1967

33

Land: V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen: 632049

54

Bezeichnung: Strombegrenzungsvorrichtung

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: 1 763 145

71

Anmelder: General Electric Co., Schenectady, N. Y. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Schüler, H., Dr. rer. nat., Patentanwalt, 6000 Frankfurt

72

Als Erfinder benannt: Harris, Lawson Parks, Scotia, N. Y. (V. St. A.)

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

US-PS 3 117 203

DT 1 788 143

## Patentansprüche:

1. Strombegrenzungsvorrichtung mit einem Strombegrenzungsleiter aus einem verdampfbaren Material, das bei Auftreten eines Überstromes in eine einen hohen Widerstand bildende Zustandsform überführbar ist und nach Beendigung des Überstromes in den Zustand geringen Widerstandes zurückführbar ist, welches in mindestens einem Kanal eines mit zwei Polstücken versehenen druckfesten Gehäuses angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse aus einer Schichtung (1) abwechselnd übereinandergestapelter metallischer Leiterscheiben (2) und Isolierscheiben (3) besteht, durch die in axialer Richtung der Kanal (13) für das verdampfbare Material hindurchführt, daß die beiden Polstücke (4, 5) zur Halterung der Schichtung (1) sich gegenüberstehend auf den beiden Enden der Schichtung (1) aufgesetzt sind und eine Vorrichtung vorhanden ist, welche die Schichtung (1) druckfest zusammenhält.

2. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum druckfesten Zusammenhalten der Schichtung (1) aus Druckbolzen (6) besteht, die durch koaxial zu dem Kanal (13) verlaufende zylindrische Öffnungen in den Polstücken (4, 5) gesteckt sind.

3. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Leiterscheiben (2) als auch die Isolierscheiben (3) der Schichtung (1) in ihrer Mitte eine Scheibe (41, 42) mit einer den Kanal (13) bildenden Öffnung aufweisen und daß diese Scheiben (41, 42) durch mindestens eine Kreisringscheibe in ihrer Lage fixiert sind.

4. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Scheibe (42) der Isolierscheibe (3) von zwei zusammendrückbaren und verformbaren Kreisringscheiben (43, 44) konzentrisch umgeben ist und daß um diese Kreisringscheiben (43, 44) ein nicht zusammendrückbarer und nicht verformbarer Kreisring (47) angeordnet ist, der mit der Kreisringscheibe (40) in Eingriff steht, die die innere Scheibe (41) der Leiterscheibe (2) umgibt.

5. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammendrückbaren und verformbaren Kreisringscheiben (43, 44) in der zusammengesetzten Schichtung (1) gegenüber ihrer ursprünglichen Größe so weit zusammengedrückt sind, daß die hierdurch erzeugte radial nach innen gerichtete Druckkraft mindestens gleich der radial nach außen gerichteten Druckkraft ist, die während des Betriebes der Strombegrenzungsvorrichtung bei der Zustandsänderung des Strombegrenzungsmaterials in dem Kanal (13) entsteht.

6. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreisringscheibe (43) der Isolierscheibe (3) aus isolierendem Speckstein besteht.

7. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die aus Speckstein bestehende Kreisringscheibe (43) alle möglicherweise bestehenden Hohlräume zwi-

schen den inneren Scheiben (41, 42) und den Kreisringscheiben (40, 44) abdichtet.

8. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Scheibe (42) der Isolierscheibe (3) aus sehr dichtem Aluminiumoxyd und die innere Scheibe (41) der metallischen Leiterscheibe (2) aus Wolframkarbid besteht.

9. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreisringscheibe (40) aus hochfestem Stahl besteht und einen kreisringförmigen Nutring (45) aufweist, in den in jeweils gegenüberliegenden metallischen Leiterscheiben (2) der nicht verformbare Kreisring (47) eingesetzt ist.

10. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammendrückbaren Kreisringscheiben (44, 48) Chlorbutadien enthalten, und der nicht zusammendrückbare Kreisring (47) in dem Nutring (45) aus Glasfaserstoff besteht.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Strombegrenzungsvorrichtung mit einem Strombegrenzungsleiter aus einem verdampfbaren Material, das bei Auftreten eines Überstromes in eine einen hohen Widerstand bildende Zustandsform überführbar ist und nach Beendigung des Überstromes in den Zustand geringen Widerstandes zurückführbar ist, welches in mindestens einem Kanal eines mit zwei Polstücken versehenen druckfesten Gehäuses angeordnet ist.

Eine solche Strombegrenzungsvorrichtung ist aus der USA.-Patentschrift 3 117 203 bekannt. Diese bekannte Strombegrenzungsvorrichtung ist jedoch sehr starr ausgebildet und mit dicken Wänden um den das verdampfbare Material enthaltenden Kanal herum versehen, damit sie die hohen Drücke während des Betriebes aushält.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Strombegrenzungsvorrichtung zu schaffen, bei der diese starre und schwere Konstruktion durch eine einfache und trotzdem den im Betrieb auftretenden hohen Drücken standhaltende Konstruktion ersetzt wird.

Diese Aufgabe wird bei einer Strombegrenzungsvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das Gehäuse aus einer Schichtung abwechselnd übereinandergestapelter metallischer Leiterscheiben und Isolierscheiben besteht, durch die in axialer Richtung der Kanal für das verdampfbare Material hindurchführt, daß die beiden Polstücke zur Halterung der Schichtung sich gegenüberstehend auf den beiden Enden der Schichtung aufgesetzt sind und eine Vorrichtung vorhanden ist, welche die Schichtung druckfest zusammenhält. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besteht diese Vorrichtung zum druckfesten Zusammenhalten der Schichtung aus Druckbolzen, die durch koaxial zu dem Kanal verlaufende zylindrische Öffnungen in den Polstücken gesteckt sind.

Die erfindungsgemäß ausgebildete Strombegrenzungsvorrichtung ist gegenüber der bekannten Strombegrenzungsvorrichtung auf Grund ihres schichtförmigen Aufbaus leichter und billiger herzustellen. Darüber hinaus ist die erfindungsgemäße Strombe-

grenzungsvorrichtung leichter und damit universeller verwendbar, obwohl sie in gleichem Maße den im Betrieb auftretenden hohen Drücken standhalten kann wie die bekannte Strombegrenzungsvorrichtung.

Um den schichtartigen Aufbau der erfindungsge-  
mäßigen Strombegrenzungsvorrichtung dicht zu gestalten, weisen in Weiterbildung der Erfindung sowohl die Leitterscheiben als auch die Isolierscheiben der Schichtung in ihrer Mitte eine Scheibe mit einer den Kanal bildenden Öffnung auf, wobei die letztgenannten Scheiben durch mindestens eine Kreisringscheibe in ihrer Lage fixiert sind. Weiter ist die innere Scheibe der Isolierscheibe zweckmäßig von zwei zusammen-drückbaren und verformbaren Kreisringscheiben konzentrisch umgeben, und um diese Kreisringscheiben ist ein nicht zusammen-drückbarer und nicht verformbarer Kreisring angeordnet, der mit der Kreisringscheibe in Eingriff steht, die die innere Scheibe der Leitterscheibe umgibt. Die zusammen-drückbaren und verformbaren Kreisringscheiben in der zusammengesetzten Schichtung sind gegenüber ihrer ursprünglichen Größe so weit zusammenge-drückt, daß die hierdurch erzeugte, radial nach innen gerichtete Druckkraft mindestens gleich der radial nach außen gerichteten Druckkraft ist, die während des Betriebes der Strombegrenzungsvorrichtung bei der Zustandsänderung des Strombegrenzungsmaterials in dem Kanal entsteht.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besteht die Kreisringscheibe der Isolierscheibe aus isolierendem Speckstein. In der zusammengesetzten Schichtung dichtet die aus Speckstein bestehende Kreisringscheibe alle möglicherweise bestehenden Hohlräume zwischen den inneren Scheiben und den Kreisringscheiben ab.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform besteht die innere Scheibe der Isolierscheibe aus sehr dichtem Aluminiumoxyd und die innere Scheibe der metallischen Leitterscheibe aus Wolframkarbid. Weiter besteht die Kreisringscheibe, die innerhalb der Leitterscheibe angeordnet ist, aus hochfestem Stahl und weist einen kreisringförmigen Nutring auf, in den in jeweils gegenüberliegenden metallischen Leitterscheiben der nicht verformbare Kreisring der Isolierscheibe eingesetzt ist. Vorteilhaft enthalten die zusammen-drückbaren Kreisringscheiben Chlorbutadien, und der nicht zusammen-drückbare Kreisring in dem Nutring besteht zweckmäßig aus Glasfaserstoff.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen vertikalen Querschnitt durch eine Strombegrenzungsvorrichtung,

Fig. 2 einen vergrößerten Querschnitt eines Teils von abwechselnd übereinandergeschichteten Leiter- und Isolierscheiben, die das Strombegrenzungsmaterial umschließen und einen Kanal für das Strombegrenzungsmaterial bilden,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Teiles der Schichtung nach Fig. 2 längs der Schnittlinie 3-3 in Fig. 2,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Teiles der Schichtung nach Fig. 2 längs der Schnittlinie 4-4 in Fig. 2.

In Fig. 1 ist eine Schichtung 1 dargestellt, die aus abwechselnd aufeinandergelegten Leitterscheiben 2 aus Metall und Isolierscheiben 3 aufgebaut ist. Diese Scheiben werden durch ein oberes Polstück 4 und ein

unteres Polstück 5 von hoher Festigkeit und Schlagfestigkeit zusammengehalten. Sie werden durch Druck in ihrer richtigen Stellung gehalten, der durch eine größere Anzahl Druckbolzen 6 erzeugt wird. Die Druckbolzen 6 führen durch eine Öffnung ohne Gewinde in dem Polstück 4 und sind in Gewindebohrungen des Polstückes 5 verschraubt. Die Isolierung zwischen den beiden Polstücken 4 und 5 wird durch eine Isolierscheibe 7 auf dem Polstück 4 und durch Isolierhülsen 8 über den Druckbolzen 6 erreicht. Um den gesamten Druck gleichmäßig von den Polstücken auf die Schichtung 1 zu übertragen, weist jedes Polstück auf der Innenseite Mittelstücke 9 und 10 auf, die an den äußersten Leitterscheiben 11 und 12 der Schichtung 1 anliegen. Axial durch die Schichtung 1 führt ein Kanal 13 für das Strombegrenzungsmaterial hindurch.

Durch das Polstück 4 hindurch führt in Längsrichtung eine Bohrung 14 mit großem Durchmesser, die in eine Gegenbohrung 15 mit geringerem Durchmesser sowie in eine Bohrung 16 mit noch kleinerem Durchmesser mündet. Die Bohrung 16 befindet sich zwischen der Gegenbohrung 15 und einer Oberfläche 10. Entsprechend verläuft durch die Längsachse des Polstückes 5 eine Bohrung 18 mit großem Durchmesser mit einer Gegenbohrung 17 und eine Bohrung 19 mit kleinerem Durchmesser. Der Durchmesser der Bohrungen 16 und 19 ist zweckmäßigerweise ein wenig größer als der größte Durchmesser des durch die Schichtung hindurchführenden Kanals 13. Von der zylindrischen Innenfläche der Bohrung 16 aus führen eine größere Anzahl Hohlräume 20 und 21 schräg in das Polstück 4 hinein, die zur Aufnahme eines Teils des Strombegrenzungsmaterials bestimmt sind. Entsprechend führen von der Bohrung 19 des Polstückes 5 ähnliche zylindrische Hohlräume 22 und 23 schräg in das Polstück 5. An den Hohlraum 23 schließt sich eine mit einem Gewinde versehene, versenkte Bohrung 24 mit größerem Durchmesser an, in die eine Einfüllbohrung 25 mündet. Diese besitzt an der Stelle 26 ein Gewinde und weist eine Stiftschraube 27 auf. Diese Bohrung führt von der Oberfläche des Polstückes 5 in die versenkte Bohrung 24. Die Bohrungen 14 und 18 in den Polstücken 4 und 5 enthalten jeweils einen Kolben 28 und 29. Hinten auf die Kolben 28 und 29 sind zusammen-drückbare Teile 30 und 31 aufgelegt. Diese Teile 30 und 31 bestehen aus gummiartigem Material mit geschlossenen Poren. Durch diese Anordnung werden die Kolben federnd mit dem Strombegrenzungsmaterial in Kontakt gehalten, in dem die Strombegrenzung stattfindet. Dies geschieht unabhängig von dem Aggregatzustand, d. h. unabhängig davon, ob das Strombegrenzungsmaterial flüssig oder dampfförmig ist. Das in dem Kanal 13 enthaltene Material kann sich ausdehnen, wenn der Druck in dem Kanal 13 infolge des Übergangs des Strombegrenzungsmaterials von dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand ansteigt. Durch diese Ausdehnungsmöglichkeit wird verhindert, daß sich in dem Kanal ein Druck ausbildet, der während des Betriebes zu ernsthaften Bruchgefahren führen könnte.

Bisher ist die Schichtung, die das Strombegrenzungsmaterial der Strombegrenzungsvorrichtung nach Fig. 1 umgibt, als ein Paket abwechselnd übereinandergelagerter Isolier- und Metallscheiben beschrieben worden. Tatsächlich ist der Aufbau der Schichtung nicht ganz so einfach, obwohl das Grund-

prinzip darin besteht, daß eine größere Anzahl Metallscheiben und eine größere Anzahl dazwischengeschalteter Isolierscheiben aufgeschichtet werden. Dadurch werden zwei jeweils aufeinanderfolgende Metallscheiben gegenseitig isoliert, so daß der einzige elektrisch leitende Weg zwischen den Polstücken 4 und 5 über das leitende Metall in dem Kanal führt. Die Metallscheiben halten dem Ausdehnungsdruck stand, der bei dem Phasenwechsel des Strombegrenzungsmaterials in dem Kanal entsteht. Infolge der hohen Drücke besteht die Gefahr, daß das dampfförmige Metall zwischen den zusammengehörigen Teilen der Schichtung entweicht. Deshalb sind die abwechselnd aufeinanderfolgenden Metall- und Isolierscheiben besonders ausgebildet, um eine möglichst gute Abdichtung bei allen in dem Kanal auftretenden Drücken zu erzielen.

Fig. 2 zeigt einen vergrößert dargestellten Querschnitt mit zwei Leiterscheiben und drei Isolierscheiben. Die Leiterscheibe weist eine äußere Kreislingscheibe 40 aus hochfestem Stahl auf. In der Mitte besitzt sie eine Öffnung, in die eine geschlitzte Scheibe 41 aus Wolframkarbid eingeführt wird. In der Mitte der Isolierscheibe 3 befindet sich eine Scheibe 42 aus sehr dichtem Aluminiumoxyd. Um die Scheibe 42 ist eine Kreislingscheibe 43 aus Speckstein angeordnet. Um die Kreislingscheibe 43 ist eine Kreislingscheibe 44 aus einem geschmeidigen, isolierenden und verformbaren Material, zweckmäßigerweise aus Chlorbutadien, angeordnet. Die Kreislingscheiben 40 aus Stahl weisen oben und unten einen Nutring 45 bzw. 46 auf. Sie sind konzentrisch und gleichförmig auf den beiden Oberflächen der Kreislingscheibe 40 angeordnet. Der durch die zusammenpassenden Nutringe 45 und 46 gebildete Zwischenraum wird mit einem Kreisring 47 aus einem Glasfaserstoff gefüllt. Außen um den Kreisring 47 aus Glasfaserstoff herum wird eine Kreislingscheibe 48 angeordnet, die auch aus Chlorbutadien besteht.

In Fig. 3 ist die obere Fläche der Isolierscheibe der Schichtung nach Fig. 2 dargestellt. Es ist aus der perspektivischen Ansicht der Fig. 3 ersichtlich, daß die Kreislingscheibe 43 aus Speckstein und die Kreislingscheiben 44 und 48 praktisch eine ebene Fläche bilden, während die innere Scheibe 42 aus Aluminiumoxyd und der Kreisring 47 aus Glasfaserstoff aus dieser Ebene herausragen.

Aus Fig. 4 ist ersichtlich, daß die Kreislingscheibe 40 eine ebene Oberfläche darstellt und daß die innere Scheibe 41 aus Wolframkarbid unterhalb dieser Ebene angeordnet ist. Ebenso ist auch der Nutring 45 in die Oberfläche der Kreislingscheibe 40 eingelassen. Um die Isolier- und die Leiterscheibe nach Fig. 3 und 4 zu einer Schichtung zusammenzufügen, werden deren Oberflächen zusammengefügt. Dabei schließt die innere Scheibe 42 aus Aluminiumoxyd bündig mit der Vertiefung in der Kreislingscheibe 40 ab und liegt auf der inneren Scheibe 41 aus Wolframkarbid auf. Dabei liegen die Schlitzte der Scheiben 41 und 42 genau übereinander, so daß dadurch ein durchgehender Kanal gebildet wird, der das Strombegrenzungsmaterial aufnimmt. In gleicher Weise paßt der Kreisring 47 aus Glasfaserstoff bündig in den Nutring 45 in der Kreislingscheibe 40 in Fig. 4 hinein. Wie aus dem Querschnitt nach Fig. 4 ersichtlich ist, werden die Umfangsflächen der Scheibe 41 aus Wolframkarbid und der Scheibe 42 aus Aluminiumoxyd bei deren Berührung direkt von

starrten Wandteilen der Kreislingscheibe 40 begrenzt. Dadurch wird eine möglicherweise auftretende Verbindung zwischen dem Kanal und der äußeren Umgebung, durch die Druck entweichen könnte, lang und gewunden. Weiterhin wird für eine sichere Abdichtung bei hohen Drücken in dem Kanal 13 folgendermaßen vorgegangen: Wenn die Schichtung 1 nach Fig. 1 zusammengesetzt worden ist und die Druckbolzen 6 fest angezogen sind, wird die Schichtung 1 zusammengepreßt. Dadurch wird die Entfernung zwischen gegenüberliegenden Kreislingscheiben 40 von etwa 0,76 mm auf etwa 0,5 mm, d. h. um ein Drittel vermindert. Diese Dickenverminderung bewirkt, daß die Kreislingscheibe 44 aus Chlorbutadien und die Kreislingscheibe 43 aus Speckstein stark zusammengedrückt werden. Dies geschieht deshalb, weil die Kreislingscheibe 47 aus Glasfaserstoff die Ausdehnung der Kreislingscheibe 44 aus Chlorbutadien nach außen unmöglich macht, und die innere Scheibe 42 aus Aluminiumoxyd verhindert, daß sich die Kreislingscheibe 43 aus Speckstein nach innen ausdehnt. An dieser Stelle sei erwähnt, daß eine besondere Eigenschaft, die den Speckstein für eine Verwendung in diesem Aufbau der Schichtung wertvoll und wichtig macht, darin liegt, daß der Speckstein unter starkem Druck fließt. Wenn also die Specksteinscheibe um ein Drittel zusammengedrückt wird, so wird dadurch ein Fließen bewirkt, und dadurch wiederum wird irgendein gebliebener Hohlraum auf dem Umfang der Kreislingscheibe 42 aus Aluminiumoxyd mit Speckstein gefüllt. Somit wird irgendein innen befindlicher Hohlraum ausgefüllt. Der sehr starke Druck auf die Specksteinscheibe bewirkt, daß der Speckstein von dieser Scheibe aus um die Aluminiumoxydscheibe herumfließt.

Das Fließen des Specksteines zur Abdichtung der Scheibenränder benötigt nur eine relativ geringe Menge des vorhandenen Specksteines und beseitigt nicht den Druck, unter dem die Kreislingscheibe 43 steht. Die Kreislingscheiben 43 und 44 stehen unter einem starken Druck, der dem auf die Scheiben 41 und 42 ausgeübten Druck entgegenwirkt, wenn das Strombegrenzungsmaterial in dem Kanal 13 von der Flüssigkeits- in die Dampfphase übergeht. Bei Verwendung des hier beschriebenen Aufbaues ist es möglich, die Schichtung der abwechselnd aufeinanderfolgenden Isolier- und Leiterscheiben der Schichtung 1 vollständig abzudichten. Weiterhin wird der Strombegrenzungsvorrichtung dadurch, daß die Kreislingscheiben 43 und 44 unter hohem Druck stehen, eine hohe Stoßfestigkeit gegeben. Nachdem die Kolben 28 und 29 und die zusammenpreßbaren Teile 30 und 31 in die Bohrungen 41 und 18 des Systems eingesetzt worden sind, das das flüssige Strombegrenzungsmaterial aufnehmen soll, werden die Bolzen 36 und 37 der Polstücke angezogen, damit sie fest an den Schultern 38 und 39 anliegen. Dieses kann mit oder ohne Dichtungsringe geschehen. Dadurch wird die Kammer dicht von der Umgebung abgeschlossen, ohne daß irgendein Druck auf die zusammenpreßbaren Teile 30 und 31 ausgeübt wird. Dann werden die einzelnen Bestandteile, nämlich die Leiter- und Isolierscheiben der Schichtung, passend zusammengefügt, und die Schichtung wird zwischen die Polstücke 4 und 5 gesetzt. Daraufhin werden die Druckbolzen 6 eingeführt und angezogen, um in den verformbaren Isolierscheiben den gewünschten Druck zu erzeugen. Das innere Volumen, das von dem

Strombegrenzungsmaterial eingenommen wird, wird auf bis etwa  $10^{-4}$  Torr evakuiert. Danach wird dieser Raum einschließlich des Kanals 13, den Bohrungen 16 und 19 und den Gegenbohrungen 15 und 17 zusammen mit den schräg verlaufenden Hohlräumen 20, 21, 22 und 23 mit einer leitenden Flüssigkeit gefüllt. Hierfür kommt beispielsweise Quecksilber in Frage, obwohl auch andere Metalle mit niedrigem Schmelzpunkt wie beispielsweise Gallium, Indium, Alkalimetalle oder eine Legierung oder Mischung einer geringen Menge Alkalimetall, wie Natrium mit Quecksilber, verwendet werden kann. Die leitende Flüssigkeit wird durch die Einfüllbohrung 25 eingefüllt, wobei eine Stellschraube 35 in der Bohrung 24 zurückgedreht ist, damit zwischen der Einfüllbohrung 25 und der Bohrung 24 ein freier Durchgang besteht. Nachdem das gesamte vorstehend beschriebene Volumen mit metallischem Leiter bei einem Druck von mehreren Atmosphären gefüllt worden ist, wird die Stellschraube 35 tiefer in die Bohrung 24 eingedreht, um so die Einfüllbohrung 25 abzuschließen und sicherzustellen, daß der metallische Leiter unter einem bestimmten Druck verbleibt, der beispielsweise 1 bis 5 Atmosphären betragen kann. Dadurch wird jede Möglichkeit ausgeschlossen, daß irgendein Teil des Flüssigkeitsraumes nicht gefüllt wird.

Aus den Fig. 3 und 4 ist ersichtlich, daß der Querschnitt des Kanals 13 aus zwei sich im rechten Winkel kreuzenden Schlitzen besteht, die an ihren Enden in kreisförmige Öffnungen übergehen. Der Kanal ist auf seiner ganzen Länge von einem zum

anderen Ende gleich breit und gleichförmig ausgebildet.

Die Wirkungsweise der Strombegrenzungsvorrichtung ist folgende: Solange während des normalen Betriebes kein Überstrom auftritt, fließt der normal auftretende Strom durch den Kanal, der mit flüssigem Metall gefüllt ist. Der Energieverlust, der auf Grund des sehr geringen Widerstandes von einigen Milliohm besteht, wird über die Wände bei nur geringer Erwärmung abgeleitet. Wenn ein Überstrom auftritt, beginnt sich in der im Kanal befindlichen Flüssigkeit ein sehr hoher Stromstoß auszubilden, der mehrere hundert bis mehrere tausend Ampere betragen kann. Dadurch wird die Flüssigkeit plötzlich aufgeheizt. Wenn die Temperatur des flüssigen Metalls den Punkt erreicht, an dem der Dampfdruck des Metalls gleich dem Einfülldruck des flüssigen Metalls ist, beginnen sich in der Säule Dampfblasen zu bilden. Dieses würde beispielsweise bei einem Druck von 5 Atmosphären und, in diesem Beispiel, bei einer Temperatur von  $750^{\circ}$  K auftreten. Dadurch wird die Leitfähigkeit verschlechtert. Das führt zu einer Beschleunigung der Temperaturerhöhung, bis der gesamte Querschnitt des Kanals mit verdampftem Metall gefüllt ist. Zu diesem Zeitpunkt bildet sich ein Lichtbogen über dem dampfhaltigen Teil des Kanals aus. Dieses bewirkt eine sehr schnelle Druckerhöhung, wodurch das restliche flüssige Metall von dem Kanal in die Hohlräume 15 und 17 getrieben wird und die Kolben 28 und 29 nach außen gedrückt werden. Dadurch werden auch die Teile 30 und 31 zusammengedrückt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



